

WPŁYW PARAMETRÓW OBRÓBKII CIASTA NA CECHY FIZYCZNE CHLEBA PSZENNEGO

Renata Różyło

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: renata.rozylo@up.lublin.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych chleba wypiekane-
nego z ciasta poddanego różnym czasom miesienia i fermentacji ciasta. Do badań użyto mąki
pszennej chlebowej. Składniki ciasta poddawano miesieniu przez 2, 5 i 8 min przy dwóch czasach
rozrostu (fermentacji) końcowego 110 i 140 min. Metoda wypieku polegała na bezpośrednim wy-
mieszaniu składników i prowadzeniu ciasta. Chleb poddawano ocenie, na którą składały się nastę-
pujące cechy: objętość, masa właściwa, porowatość i biel miękiszu oraz wskaźniki jakości tekstury
miękiszu. Wyniki badań wykazały, że przy zmianie parametrów wytwarzania ciasta występowały
zmiany właściwości uzyskanego chleba. Zwiększanie czasu miesienia od 2 do 8 min. zarówno
w przypadku krótszej fermentacji ciasta 110 min. jak i dłuższej 140 min. powodowało istotne zmia-
ny badanych właściwości (objętości, masy właściwej bochenka, porowatości i bieli miękiszu jak
również jego twardości i żuwalności). Dodatkowo zauważono, że po skróceniu czasu miesienia
możemy wydłużając fermentację ciasta, uniknąć negatywnych skutków objawiających się zmniej-
szeniem objętości chleba. Natomiast wydłużając miesienie do 8 minut nie musimy zwiększać czasu
fermentacji ciasta, aby uzyskać pieczywo o wymaganych cechach tekstury miękiszu.

Słowa kluczowe: chleb, pieczywo, właściwości fizyczne, miesienie, fermentacja, rozrost

WSTĘP

Parametry obróbki ciasta w tym czas jego miesienia jak i rozrostu końcowego, odgrywają istotną rolę w procesie wytwarzania ciasta jak i pieczywa. Podczas mie-
sienia ciasta, woda i mąka są przetwarzane na lepkosprężyste ciasto. W wyniku
oddziaływań mechanicznych podczas miesienia, dzielenia i formowania powstaje
sieć glutenowa, która staje się coraz bardziej równomierna. Dzięki niej powstaje
struktura ciasta, a w dalszej kolejności miękiszu (Autio i Laurikainen 1997).

Po wymiesieniu ciasto poddawane jest fermentacji, jest ona jednym z najbardziej istotnych procesów wytwarzania pieczywa. Dzięki niej otrzymuje się chleb jasny, o dobrze spulchnionym gąbczastym miększu (Lee i in. 2004). Poza zapewnieniem właściwej struktury, procesy fermentacyjne są istotne ze względu na to, iż podwyższają walory odżywcze i nadają pieczywu odpowiednie cechy smakowo-zapachowe oraz wydłużają jego trwałość (Anonim 2007b).

Fermentacja jest złożonym procesem, który odbywa się z udziałem mikroflory zawartej w cieście, tj. głównie drożdży i bakterii mlekowych. W procesie fermentacji ciasta pszennego drożdże zamieniają cukry na dwutlenek węgla, który przedostaje się do przestrzeni powietrznych znajdujących się pomiędzy utworzoną podczas miesienia siatką glutenową. Co w konsekwencji sprzyja rozrastaniu się ciasta (Autio i Laurikainen 1997, Elmehdi i in. 2003).

Wpływ czasu miesienia na cechy chleba opisywali między innymi Lewicka (2007), Neryng i Gębski (2005). Przy czym Neryng i Gębski (2005) miesieniu poddawali ciasta żytnio – pszenne a Tlapale-Valdivia i in. (2010) ciasto drożdżowe słodkie. Natomiast wpływ czasu fermentacji na cechy fizyczne chleba opisany jest w niewielu opracowaniach (Gómez i in. 2008, Tlapale-Valdivia i in. 2010).

Poprawy jakości pieczywa należy szukać w usprawnieniu procesów technologicznych oraz metod kontroli i nadzoru jakości pieczywa. Z tego względu konieczna jest znajomość wpływu parametrów obróbki ciasta w tym czasie miesienia jak i rozrostu na jakość pieczywa.

Literatura bardzo często odnosi się do analizy wpływu jednego czynnika tj. czasu miesienia lub fermentacji na cechy pieczywa. Nie ma wiele prac ujmujących te dwa parametry jednocześnie. W prezentowanych pracach również dla celów poznawczych przekracza się czasy miesienia i fermentacji i uzyskuje się pieczywo znacznie odbiegające od norm (wadliwe), co nie powinno mieć miejsca w piekarni.

Zakres badań stanowiło wykonanie wypieków z ciasta miesionego i fermentowanego w sposób umożliwiający uniknięcie istotnych niedopuszczalnych wad. Przeprowadzone badania zmian cech fizycznych takiego pieczywa mają istotne znaczenie utylitarne, przyczyniają się do poprawy jakości pieczywa. Dodatkowo umożliwią ewentualne ograniczenie kosztów wynikające ze znajomości wpływu skrócenia czasu miesienia czy też fermentacji na cechy pieczywa.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano mąkę pszenną chlebową typ 750. Badana mąka miała zawartość glutenu mokrego wynoszącą 26% (PN-EN ISO 21415-1:2007), jego rozptywalność wynosiła 12 mm, a liczba opadania 275 s (PN-EN ISO 3093:2007). Wodochłonność mąki była na poziomie 55% (PN-ISO 5530-1:1999).

Składniki ciasta poddawano miesieniu przez 2, 5 i 8 min przy dwóch czasach rozrostu (fermentacji) końcowego 110 i 140 min. Czasy te ustalono w badaniach wstępnych, pomiędzy nimi zawierał się czas optymalnego rozrostu.

Uzyskane w ten sposób próbki oznaczono następująco: 2M110F, 5M110F, 8M110F, 2M140F, 5M140F, 8M140F. Cyfry 2, 5 i 8 przed literą „M” określają czas miesienia, natomiast „110F” – był to krótszy czas rozrostu wynoszący 110 min, a „140F” – oznacza dłuższy czas rozrostu wynoszący 140 min.

Wypieki laboratoryjne pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową wg Jakubczyka i Habera (1983). Do ciasta dodawano drożdże suszone instant w ilości odpowiadającej 3% drożdżom prasowanym. Ciasto miesiono przez 2, 5 i 8 min. bezpośrednio po dozowaniu składników do dzieży miesiarki wolnoobrotowej typ GM 2. Sporządzone ciasto wstawiono razem z dzieżą na 30 minut do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 75-88%. Po upływie tego czasu przebijano ciasto w celu usunięcia wytworzonych gazów. Następnie wstawiono dzieżę z ciastem do komory fermentacyjnej na dalszą fermentację, trwającą 30 minut.

Po zakończeniu fermentacji odważano i formowano kęs ciasta, który wkładano do wysmarowanej olejem jadalnym foremki. Foremkę z ciastem wstawiono do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności 75-88% na rozrost końcowy trwający 110 lub 140 min.

Po zakończeniu rozrostu wyjęto foremkę z ciastem z komory fermentacyjnej, zwilżono powierzchnię ciasta wodą, po czym wstawiono foremkę do pieca piekarskiego, nagrzanego uprzednio do temperatury 230°C. W momencie wstawiania foremki z ciastem do pieca dobrze zaparowano komorę wypiekową pieca. Czas wypieku wynosił 30 minut. Po upływie tego czasu wyjęto foremkę z pieca, zwilżono powierzchnię bochenka wodą, wyjęto go z foremki i zważono na wadze technicznej z dokładnością do 0,1 g.

Testy wypiekowe i pomiary masy i objętości wykonywano w trzech powtórzeniach. Masę i objętość wypieczonego chleba określano po jednej dobie od wypieku. Dodatkowo wyliczono wydajność uzyskanego chleba. Objętość pieczywa określano przez pomiar w naczyniu objętości wypartych przez bochenek nasion prosa.

Ocena właściwości miękiszu pieczywa polegała na określeniu współczynnika porowatości, bieli miękiszu jak i cech jego tekstury. Współczynnik porowatości określano porównując przekrój kromki chleba ze zdjęciami umieszczonymi w tabeli porowatości wg Dallmana (Jakubczyk i Haber 1983). Pomiary współczynnika porowatości i bieli miękiszu wykonywano w 6 powtórzeniach analizując po 2 środkowe kromki z każdego chleba. Do oznaczenia bieli miękiszu wykorzystano miernik bieli typu MB (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998). Zasada pomiaru na tym urządzeniu polega na pomiarze promieni światła odbitego od powierzchni próbki. Pomiar odbywa się przy zastosowaniu źródła światła monochromatycznego

o długości fali $l = 565$ nm, natomiast analiza ilościowa światła odbitego po przetworzeniu na sygnał elektryczny odbywa się w systemie mikroprocesorowym. Pomiar bieli miększu badanych chlebów polegał na wykalibrowaniu miernika wg wzorca oraz pomiarze bieli po przyłożeniu pierścienia głowicy ze źródłem promieniowania do kromki chleba.

Teksturę (test TPA) (Bourne 1978) miększu określano po 1 i po 3 dobach przechowywania, na próbkach miększu o wymiarach 30x30x20 mm przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Próbkę miększu ściskano dwukrotnie trzpieniem o średnicy 30 mm do 50% głębokości. Pomiar wykonano w 9 powtórzeniach na próbkach ze środkowych części chleba. Podczas pomiarów otrzymano wykresy w układzie siła-przemieszczenie trzpienia, na podstawie których określono według Gámbaro i in. (2006) następujące parametry, opisujące teksturę pieczywa: twardość, elastyczność, spoistość, sprężystość i żuwalność. Twardość (N) stanowiła wielkość siły odpowiadającej wysokości pierwszego z pików. Elastyczność (mm) była parametrem odpowiadającym szerokości drugiego pikku. Spoistość (-) określono jako iloraz pola powierzchni A_2/A_1 , gdzie A_1 i A_2 są to pola powierzchni odpowiednio pod pierwszym i drugim pikkiem. Sprężystość (-) stanowił iloraz szerokości podstawy pola A_2 i pola A_1 . Żuwalność (N) wyliczono jako iloczyn twardości, spoistości i sprężystości.

Analiza statystyczna wyników badań została przeprowadzona na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy wykorzystaniu programu Statistica firmy Statsoft.

WYNIKI BADAŃ

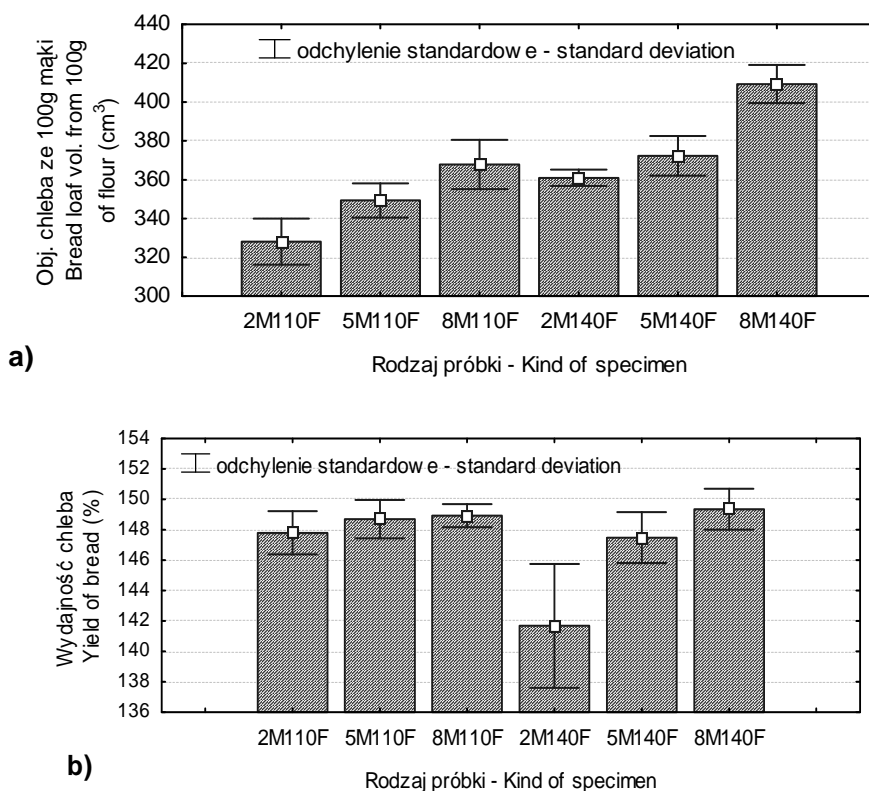
Wyniki badań wykazały, że przy zmianie parametrów wytwarzania ciasta występowały zmiany właściwości uzyskanego chleba. Zwiększanie czasu miesienia od 2 do 8 min. zarówno w przypadku krótszej fermentacji ciasta 110 min. jak i dłuższej 140 min. spowodowało wzrost objętości chleba (rys. 1a). Dłuższe pozostawienie ciasta do rozrostu wpływało na wzrost objętości chleba. Największą zmianę objętości bo aż ok. 23% wywołaną wydłużeniem czasu rozrostu, zauważono dla najkrótszego czasu miesienia. Objętość chleba uzyskanego po dłuższej fermentacji i miesionego przez 2 min. była istotnie wyższa niż objętość chleba z ciasta poddanego krótszej fermentacji miesionego przez 5 min. Dodatkowo nie zauważono istotnych różnic w objętości chleba z ciasta miesionego przez 8 min i poddanego krótszej fermentacji (110 min) i z ciasta miesionego przez 2 min i fermentującego przez dłuższy czas 140 min. Powyższe spostrzeżenia nasuwają stwierdzenie, że skutki zbyt krótkiego miesienia można zniwelować przedłużając czas fermentacji ciasta.

Najmniejszą wydajność (rys. 1b) posiadał chleb wypieczony z ciasta o najkrótszym czasie miesienia 2 min i fermentacji trwającej 140 min. Zauważono, że

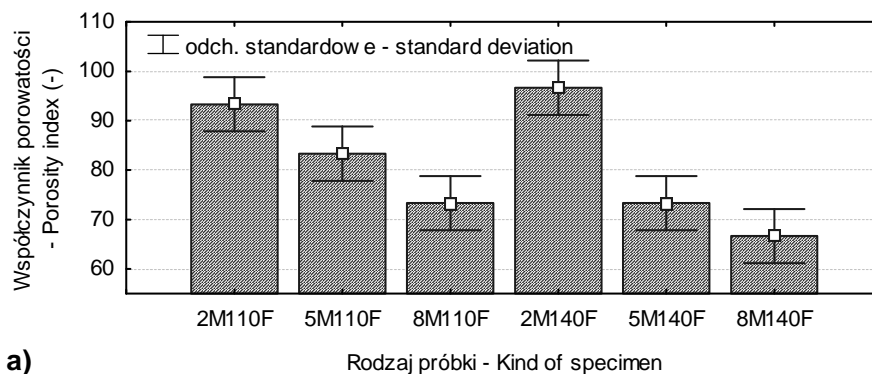
wydłużając czas mieszenia z 2 do 5 jak i do 8 minut i stosując dłuższy czas fermentacji (140 min) i zwiększała się wydajność chleba.

Badania wykazały, że wartość współczynnika porowatości (rys. 2a) zmniejszała się wraz z wydłużaniem czasu mieszenia w badanym zakresie od 2 do 8 min. Najlepsze wartości porowatości wg Dallmanna miały chleby mieszone najkrócej miększ charakteryzował się małymi i równomiernie rozmieszczonymi porami. Wydłużenie czasu fermentacji końcowej w badanym zakresie nie miało istotnego wpływu na wartość współczynnika porowatości.

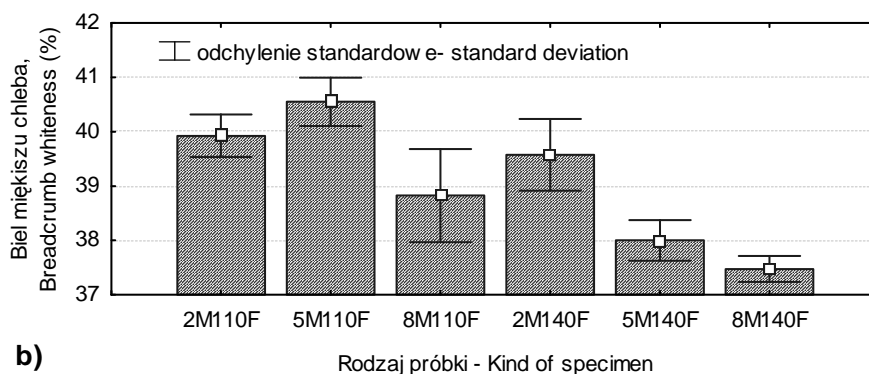
Wyższe wartości bieli miększu (rys. 2b) uzyskano po krótszym czasie fermentacji i krótszych czasach mieszenia. Zapewne miało to związek z wielkością porów miększu.



Rys. 1. Podstawowe cechy chleba a) Objętość chleba, b)Wydajność chleba
Fig. 1. Basic properties of bread a) Bread loaf volume b) Yield of bread



a)



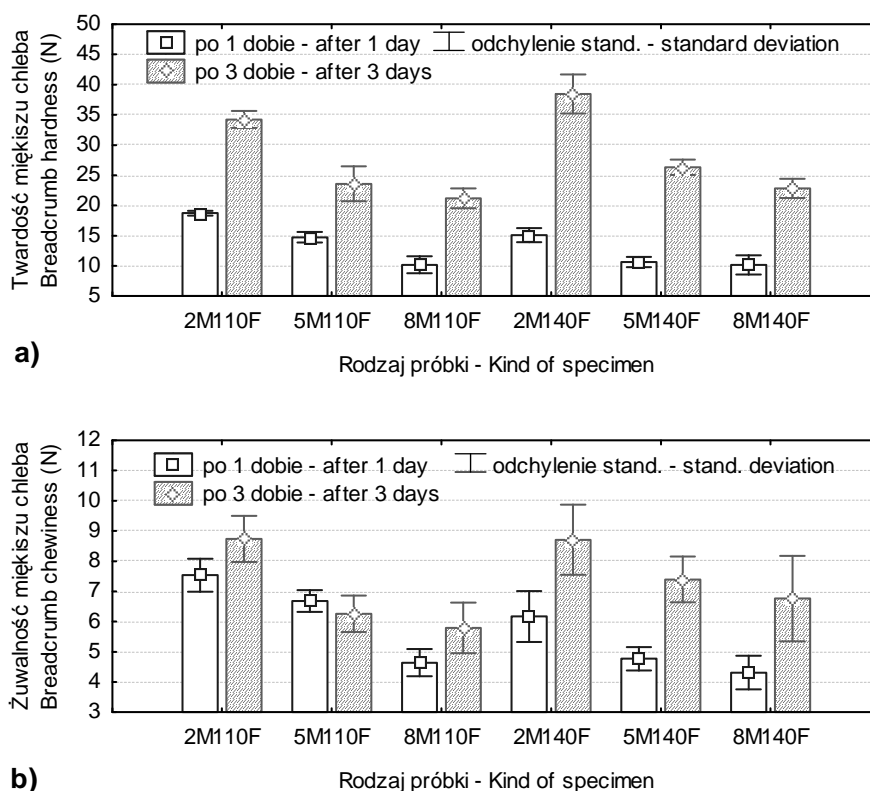
b)

Rys. 2. Wskaźniki ogólnej oceny miększu a) Współczynnik porowatości, b) Biel miększu

Fig. 2. Breadcrumb evaluation coefficients a) Breadcrumb porosity value b) Breadcrumb whiteness

Analiza cech tekstury miększu chleba wykazała, że spośród badanych właściwości największy był wpływ parametrów wytwarzania ciasta na twardość (rys. 3a) i żuwalność miększu (rys. 3b). Inne wskaźniki jakości tekstury zmieniały się w niewielkim zakresie. Wydłużanie czasu miesienia od 2 do 8 minut dla dwóch czasów fermentacji końcowej 110 i 140 min. powodowało spadek twardości miększu pieczywa zarówno po pierwszej jak i po trzeciej dobie przechowywania. Wydłużenie czasu fermentacji końcowej (rozrostu) spowodowało zmniejszenie twardości i żuwalności miększu w przypadku miesienia przez 2 i 5 min, natomiast przedłużenie czasu miesienia do 8 min. i wydłużenie fermentacji nie spowodowało istotnych zmian w twardości i żuwalności. Po trzech dobach nie odnotowano różnic między twardością chleba z ciasta o różnych czasach fermentacji końcowej. Przy tych samych parametrach miesienia i fermentacji wydłużenie

czasu przechowywania wpłynęło na wzrost wartości analizowanych wskaźników jakości tekstury.



Rys. 3. Wybrane wskaźniki jakości tekstury miększu chleba a) Twardość miększu, b) Żuwalność miększu

Fig. 3. Chosen properties of breadcrumb texture a) Breadcrumb hardness, b) Breadcrumb chewiness

Analiza związków korelacyjnych (tab. 1) pomiędzy badanymi właściwościami fizycznymi chleba wykazała, istnienie szeregu powiązań pomiędzy nimi. Objętość chleba była istotnie skorelowana ze współczynnikiem porowatości miększu ($r = -0,694$), bielą miększu ($r = -0,807$), twardością miększu ($r = -0,729$) i żuwalnością miększu ($r = -0,769$). Wraz ze wzrostem objętości chleba wszystkie wymienione wskaźniki jakości tekstury zmniejszały się. Współczynnik porowatości i biel miększu wykazywały dodatnie korelacje z twardością miększu (odpowiednio $r = 0,811$ i $r = 0,717$) i jego żuwalnością ($r = 0,780$ i $r = 0,733$).

Tabela 1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy właściwościami fizycznymi chleba
Table 1. Values of correlation coefficients between physical properties of bread

Cechy chleba Feature of bread	Objętość chleba Bread loaf volume	Wsp. porowat. miększu Bread- crumb porosity ind.	Biel miększu Bread- crumb whiteness	Twardość miększu Bread- crumb hardness	Elastycz- ność miększu Bread- crumb elasticity	Spoistość miększu Bread- crumb cohe- siveness	Żuwal- ność miększu Bread- crumb chewi- ness
Objętość chleba Bread loaf volume		-0,694*	-0,807*	-0,729*	0,020	0,023	-0,769*
Wsp. porow miększu Breadcrumb porosity ind.	-0,694*		0,714*	0,811*	0,140	-0,271	0,780*
Biel miększu Breadcrumb whiteness	-0,807*	0,714*		0,717*	-0,137	0,029	0,773*
Twardość miększu Breadcrumb hardness	-0,729*	0,811*	0,717*		0,043	-0,465*	0,926*
Elastycz. miększu Breadcrumb elasticity	0,020	0,140	-0,137	0,043		-0,288	0,078
Spoistość miększu Breadcrumb cohesiveness	0,023	-0,271	0,029	-0,465*	-0,288		-0,199
Żuwalność miększu Breadcrumb chewiness	-0,769*	0,780*	0,773*	0,926*	0,078	-0,199	

DYSKUSJA

Wyniki badań wykazały, że zwiększanie czasu miesienia od 2 do 8 min zarówno w przypadku krótszej fermentacji ciasta 110 min, jak i dłuższej 140 min spowodowało wzrost objętości chleba. Wilson i in. (2001) wykazali, że na objętość pieczywa istotny wpływ wywierała szybkość miesienia. Literatura podaje, że za krótkie miesienie powoduje, że poszczególne składniki ciasta są niedostatecznie ze sobą powiązane (Neryng i Gębski 2005, Latawiec 2007). Bochenki uzyskane z takiego ciasta mają małą objętość. Natomiast podczas wydłużania czasu miesienia ciasta wzrasta jego zdolność do zatrzymywania gazów fermentacyjnych, co wpływa na zwiększenie objętości pieczywa (Latawiec 2007). Przykładowo czas miesienia mąki z mocnym glutenem wydłużamy nie tylko dlatego, że mocny gluten potrzebuje więcej czasu na związanie wody, ale także dlatego że trzeba więcej czasu na nadanie mu poprzez mechaniczną obróbkę optymalnych właściwości lepko-sprężystych (Anonim 2007a). Chen i Hosenev (1995) zauważyli, że zbyt długi czas miesienia powoduje zwiększenie lepkości ciasta. A cecha ta jest wynikiem zniszczenia struktury glutenu, uwalnianiem części wody ze spęczniałych substancji białkowych, wynikiem czego jest uzyskanie chleba o niedostatecznej jakości (Latawiec 2007, Autio i Laurikainen 1997). Takie zjawisko jest szczególnie widoczne przy miesieniu ciast z mąki słabej, które szybko chłoną wodę i w stosunkowo krótkim czasie uzyskują pełny rozwój struktury glutenowej, a jednocześnie wykazują małą stabilność, tzn. szybko tracą uzyskane właściwości (Latawiec 2007). Różyło i Laskowski (2008) badając wypieki pieczywa z dodatkiem mąki zaparzonej zauważyli obniżenie objętości chleba wraz ze zwiększeniem czasu miesienia od 5 do 8 min. Wynika to zapewne z tego, że w tamtych badaniach poddawano miesieniu kęs ciasta o mniejszej masie i po wydłużeniu czasu miesienia mogło dojść do zniszczenia struktury glutenu, a co za tym idzie zmniejszenia objętości chleba. Czasy miesienia w obecnej pracy były ustalone na podstawie wstępnych wypieków dlatego nie przekraczały punktu krytycznego.

Analizując wpływ czasu fermentacji końcowej na objętość chleba zauważono, że dłuższe pozostawienie ciasta do rozrostu wpływało na wzrost objętości chleba. Podobne zależności zauważyli Gómez i in. (2008) wydłużając czas fermentacji końcowej z 1 do 4 godzin. Zwiększenie objętości chleba można wyjaśnić tym, że podczas fermentacji ciasta wytwarza się dwutlenek węgla, który spulchnia ciasto. Długotrwały proces fermentacji sprzyja pęcznieniu mąki (Anonim 2008), a przedłużony czas fermentacji wpływa ujemnie na elastyczność glutenu dając bochenki o zmniejszonej objętości jak podaje Ceglińska (2002). Badania własne poprzedzone były próbnymi wypiekami, w których ustalony czas fermentacji nie przekraczał znacząco optymalnego czasu rozrostu, co nie spowodowało uzyskania

pieczywa wadliwego. Jak podaje Ambroziak (1988) optymalny rozrost końcowy pozwala na uzyskanie dużej objętości pieczywa i dobrej jego jakości.

Chleby miesione najkrócej posiadały miękisz charakteryzujący się małymi i równomiernie rozmieszczonymi porami. Wydłużenie czasu fermentacji końcowej w badanym zakresie nie miało istotnego wpływu na wartość współczynnika porowatości. Tlapale-Valdivia i in. (2010) badając pieczywo drożdżowe słodkie uznali, że na wielkość komórek powietrznych (porów) w miększu nie wpływał czas miesienia lecz czas fermentacji ciasta. W badaniach tych odmienne spostrzeżenia wynikają zapewne z innego rodzaju pieczywa oraz przyjętego znacznie dłuższego przedziału czasu fermentacji.

W badaniach własnych wydłużanie czasu miesienia od 2 do 8 minut powodowało spadek twardości miększu pieczywa. Podobnie Lewicka (2007) zauważyli, że wydłużanie czasu miesienia wpływa na zmniejszenie twardości miększu. Natomiast Neryng i Gębski (2005) obserwowali wzrost siły cięcia (twardości) spowodowanym przedłużaniem czasu miesienia. W badaniach tych autorów miesieniu poddawano ciasta żytnio-pszenne charakteryzujące się odmienną charakterystyką. Mąka żytnia stanowiąca większość recepturową w tego typu ciastach zawiera pentozany, które wchłaniają dużo wody, jednak nie wiążą jej tak mocno jak gluten. Latawiec (2007) wyjaśnia, że po zbyt długim miesieniu pentozany oddają wodę i ciasto staje się klejące.

Wydłużenie czasu fermentacji końcowej (rozrostu) spowodowało zmniejszenie twardości miększu w przypadku miesienia przez 2 i 5 min, podobnie stwierdzili Gómez i in. (2008). W badaniach własnych przedłużenie czasu miesienia i wydłużenie fermentacji do 8 minut. nie spowodowało istotnych zmian w twardości, Oznacza to, że wydłużając miesienie nie musimy przedłużać fermentacji ciasta, aby uzyskać pieczywo o wymaganych cechach twardości miększu.

W prezentowanej pracy podobnie jak w innych opracowaniach (Różyło i Laskowski 2008, Różyło i Laskowski 2009, Różyło i in. 2009) zauważono istotny wzrost twardości miększu podczas przechowywania chleba jest to związane z czerstwieniem pieczywa. Literatura podaje, że wzrastająca twardość miększu związana jest z przemianami jakie zachodzą w frakcji skrobiowej w szczególności z procesem rekrytalizacji amylopektyny (Pyler 1988).

Analiza związków korelacyjnych pomiędzy badanymi właściwościami fizycznymi chleba pozwoliła stwierdzić szereg zależności, przykładowo zauważono ujemną korelację między objętością chleba i twardością oraz zuwalnością miększu. Podobnie Dziki i Laskowski (2005) oraz Różyło i Laskowski (2007) stwierdzili statystycznie istotne i ujemne wartości współczynników korelacji między objętością pieczywa a twardością.

Masa właściwa chleba (często określana jako gęstość) była dodatnio skorelowana z twardością miększu podobnie jak we wcześniejszych badaniach Różyło

i Laskowskiego (2007). Autorzy wykazali, że wraz ze wzrostem masy właściwej chleba pszennego z różnym dodatkiem produktów z prosa wzrastała twardość. Liu i Scanlon (2002) zaobserwowali, że chleby o mniejszej gęstości charakteryzowały się mniejszą wartością modułu Younga.

Wskaźnik porowatości opisujący strukturę miękiszu, którego wartość zwiększa się wraz ze zmniejszaniem porów, również dodatnio korelował z jego twardością i żuwalnością. Im były mniejsze pory tym większą twardość i żuwalność miała dana kromka miękiszu. Zghal i in. (2002) zaznaczają, że struktura komórkowa miękiszu chleba w znacznym stopniu oddziałuje na jego cechy mechaniczne. Sadowska i in., 2003 i Scanlon i in., 2000 zaobserwowali, że cechy mikrostruktury miękiszu chleba były powiązane z jego oceną tekstury. Powierzchnia komórek (porów) była ujemnie skorelowana z twardością miękiszu. W badaniach Zghal'a i in., 2002, moduł Younga i siła do progu zniszczenia uzyskane podczas testu rozciągania były pozytywnie skorelowane z gęstością i jasnością miękiszu ilością komórek (porów) na centymetrze kwadratowym.

WNIOSKI

1. Zwiększanie czasu miesienia od 2 do 8 min zarówno w przypadku krótszej fermentacji ciasta (110 min) jak i dłuższej (140 min) spowodowało zarówno wzrost objętości chleba jak i spadek masy właściwej chleba. Dłuższe pozostawienie ciasta do rozrostu wpływało na wzrost objętości chleba. Największą zmianę objętości wywołaną wydłużeniem czasu rozrostu, zauważono dla najkrótszego czasu miesienia, dlatego skutki zbyt krótkiego miesienia można zniwelować przedłużając czas fermentacji ciasta.

2. Wartość współczynnika porowatości zmniejszała się wraz z wydłużaniem czasu miesienia w badanym zakresie od 2 do 8 min. Miękiś chleba miesionego najkrócej charakteryzował się małymi i równomiernie rozmieszczonymi porami. Wydłużenie czasu fermentacji końcowej w badanym zakresie nie miało istotnego wpływu na wartość współczynnika porowatości. Wyższe wartości bieli miękiszu uzyskano po krótszym czasie fermentacji i krótszych czasach miesienia.

3. Wydłużenie czasu fermentacji końcowej (rozrostu) spowodowało zmniejszenie twardości i żuwalności miękiszu w przypadku miesienia przez 2 i 5 min, natomiast przedłużenie czasu miesienia do 8 min i wydłużenie fermentacji nie spowodowało istotnych zmian w twardości i żuwalności. Oznacza to, że wydłużając miesienie nie musimy zwiększać czasu fermentacji ciasta, aby uzyskać pieczywo o wymaganych cechach tekstury miękiszu.

4. Objętość chleba była istotnie ujemnie skorelowana ze współczynnikiem porowatości miękiszu ($r = -0,694$), bielą miękiszu ($r = -0,807$), twardością miękiszu ($r = -0,729$) i żuwalnością miękiszu ($r = -0,769$).

5. Współczynnik porowatości i biel miękiszu wykazywały dodatnie korelacje z twardością miękiszu (odpowiednio $r = 0,811$ i $r = 0,717$) i jego zuwalnością ($r = 0,780$ i $r = 0,733$).

PIŚMIENNICTWO

- Ambroziak Z., 1988. Piekarstwo i ciastkarstwo. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Anonim, 2007a. Trochę teorii (Jak miesić ciasto w miesiarkach spiralnych). *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2, 33.
- Anonim, 2007b. Jak w krótkim czasie uzyskać podmlodę o najwyższej jakości technologicznej. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 9, 36-37.
- Anonim, 2008. Technika kontrolowanej fermentacji ciasta. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2008,1, 46-47.
- Autio K., Laurikainen T., 1997. Relationships between flour/dough microstructure and dough handling and baking properties. *Trends in Food Science and Technology*, 1997, 6(8), 181-185
- Bourne M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*, 7, 62-66.
- Ceglińska A., 2002. Wady pieczywa. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 10, 22-27.
- Chen W.Z., Hosney R.C., 1995. Development of an Objective Method for Dough Stickiness. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 28, 467-473.
- Dziki D., Laskowski J., 2005. Wpływ dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej na wybrane cechy ciasta i miękiszu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 6(3), 617-624.
- Elmehdi H.M., Page J. H., Scanlon M. G., 2003. Monitoring dough fermentation using acoustic waves. *Trans Icheme.*, 81, 217-223.
- Gámbaro A., Giménez A., Ares G. and Gilardi V., 2006. Influence of enzymes on the texture of brown pan bread. *Journal of Texture Studies*, 37(3), 300-314.
- Gómez M., Oliete B., Pando V., Ronda F., Caballero P.A., 2008. Effect of fermentation conditions on bread staling kinetics. *Eur. Food Res. Technol.*, 226, 1379-1387.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR.
- Latawiec B., 2007. Jak miesić ciasto w miesiarkach spiralnych. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2, 32-33.
- Lee S., Pyrak-Nolte L. J., Campanella O., 2004. Determination of ultrasonic-based rheological properties of dough during fermentation. *Journal of Texture Studies*, 35, 33-51.
- Lewicka B., 2007. Wpływ techniki i technologii wytwarzania ciasta na objętość uzyskanego pieczywa pszenne. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 25-26.
- Liu Z., Scanlon M. G., 2002. Understanding and modeling the processing – mechanical property relationship of bread crumb assessed by indentation. *Cereal Chemistry*, 79(6), 763-767.
- Neryng A., Gębski J., 2005. Analiza wpływu parametrów procesu miesienia na jakość pieczywa żytnio-pszenne. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9 (69), 215-223.
- Pyler E.J., 1988. Baking science and technology, vol. II, Sosland Publishing Corporation, Merriam
- Różyło R., 2007. Zmiany cech tekstury miękiszu chleba pszenne pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agrophysica*, 10 (3).
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., 2009. Ocena cech tekstury pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody. *Acta Agrophysica*, 13(3), 761-769.
- Różyło R., Laskowski J. 2007. Zmiany cech tekstury miękiszu pieczywa pszenne pod wpływem dodatku mąki z prosa. 129-138. Rozdział 7 w „Właściwości Geometryczne, Mechaniczne

- i Strukturalne Surowców Roślinnych i Produktów Spożywczych” (pod red.: B. Dobrzański jr i L. Mieszkalski). Komitet Agrofizyki PAN, Wyd. Nauk. FRNA, ISBN-13: 978-83-60489-05-5.
- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku mąki zaparzonej na teksturę miększu pieczywa pszennego. 221-230. Rozdział 17 w Monografii „Metody fizyczne diagnostyki surowców roślinnych i produktów spożywczych”. (pod red.: Bohdan Dobrzański jr., Stanisław Grundas i Rafał Rybczyński). Komitet Agrofizyki PAN, Wyd. Nauk. FRNA, ISBN-13: 978-83-60489-08-6.
- Różyło R., Laskowski J., 2009. Porównanie cech jakościowych chleba pszennego wypieczonego z ciasta prowadzonego jednofazowo i dwufazowo. *ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(66), 83-95.
- Sadkiewicz K., Sadkiewicz J., 1998. Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz.
- Sadowska J., Błaszczak W., Fornal, J., Vidal-Valverde C.J., 2003. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition. *Eur Food Res Technol.*, 216, 46-50.
- Scanlon M.G., Sapirstein H.D., Fahloul D., 2000. Mechanical Properties of Bread Crumb Prepared from Flours of Different Dough Strength. *J Cereal Sci.*, 32, 235-243.
- Tlapale-Valdivia A. D., Chanona-Pérez J., Mora-Escobedo R., Farrera-Rebollo R. R., Gutiérrez-López G. F., Calderón-Domínguez G. 2010. Dough and crumb grain changes during mixing and fermentation and their relation with extension properties and bread quality of yeasted sweet dough. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 530-539.
- Wilson A.J., Morgenstern M.P., Kavale S., 2001. Mixing Response of a Variable Speed 125g Laboratory Scale Mechanical Dough Development Mixer. *Journal of Cereal Science*, 34, 151-158.
- Zghal M.C., Scanlon, M.G., Sapirstein, H.D., 2002. Cellular Structure of Bread Crumb and its Influence on Mechanical Properties. *J Cereal Sci.*, 36, 167-176.

INFLUENCE OF DOUGH MAKING PARAMETERS ON PHYSICAL PROPERTIES OF WHEAT BREAD

Renata Różyło

Department of Machine Operation in Food Industry, University of Life Sciences
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: renata.rozylo@up.lublin.pl

Abstract. The objective of this study was to evaluate the changes of physical properties of bread baked using dough mixed and (proofed) fermented for various periods of time. The white bread wheat flour type 750 was used in this study. The dough was mixed for 2, 5, and 8 min. and fermented for 110 and 140 min. The breads were baked using straight dough method. Quality of the resulting bread was evaluated with respect to the loaf volume and the specific weight of bread, the porosity index and the whiteness of breadcrumb, and the texture properties of breadcrumb. Results show that the dough making parameters had a significant effect on a majority of the properties of bread. Additionally, after shortening the mixing time to 2 minutes, lengthening of dough fermentation time permitted to avoid smaller volume of bread. However, to get required breadcrumb texture the lengthening of the mixing time to 8 minutes need not extend the time of dough fermentation.

Key words: bread, physical properties, dough, mixing, fermentation, proofing